



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**
DE 196 52 441 A 1

②1 Aktenzeichen: 196 52 441.5
②2 Anmeldetag: 17. 12. 96
②3 Offenlegungstag: 18. 6. 98

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 S 7/497
G 01 S 17/88
G 01 V 8/12
G 01 N 21/55
G 01 S 17/02

DE 196 52 441 A 1

⑦1 Anmelder:
Leuze electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

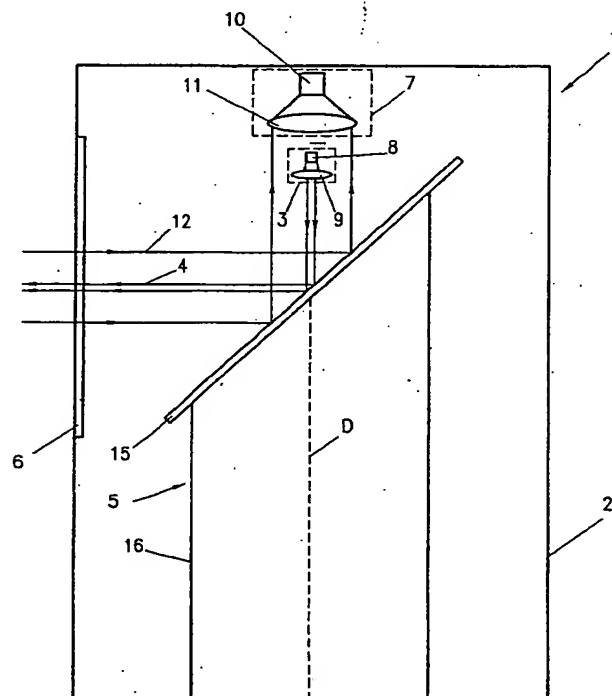
⑦2 Erfinder:
Keinath, Armin, Dr.-Ing., 72581 Dettingen, DE; Moll,
Georg, Dipl.-Ing., 72631 Aichtal, DE; Kälberer,
Roland, Dipl.-Ing. (FH), 73230 Kirchheim, DE;
Argast, Martin, Dipl.-Ing. (FH), 72584 Hülben, DE;
Beintner, Jörg, 73277 Owen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Optoelektronische Vorrichtung

⑤7 Optoelektronische Vorrichtung (1) zum Erfassen von Gegenständen in einem Überwachungsbereich, welcher von einer Referenzfläche (16) begrenzt ist, mit einem Sendelichtstrahlen (4) emittierenden Sendeelement (3) und einem Empfangslichtstrahlen (12) empfangenden Empfangselement (7), welche in einem gemeinsamen Gehäuse (2) integriert sind, einen Distanzsensor bilden, und an eine gemeinsame Auswerteeinheit angeschlossen sind. Die Sende- (4) und Empfangslichtstrahlen (12) überstreichen periodisch den Überwachungsbereich und durchdringen dabei ein Austrittsfenster (6) in der Gehäusewand. Die dabei ermittelten Distanzwerte und Signalpegel am Ausgang des Empfängers (10) werden zur Detektion der Referenzfläche (16) und der Gegenstände in der Auswerteeinheit bewertet. Bei Unterschreiten eines Mindestpegels der Signalpegel erfolgt eine die Verschmutzung des Austrittsfensters (6) signalisierende Signalabgabe, wobei die von Gegenständen oder der Referenzfläche (16) stammenden Signalpegel oberhalb des Mindestpegels liegen.



DE 196 52 441 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Vorrichtung ist aus der DE 41 19 797 C2 bekannt. Die dort beschriebene Vorrichtung wird zur Überwachung eines von einer Referenzfläche begrenzten Schutzfeldes eingesetzt. Die Referenzfläche, die aus beliebigem Material mit beliebigem Reflexionsverhalten besteht, wird von der Vorrichtung während eines Teach-in-Vorgangs abgetastet. Die dabei ermittelten Distanzwerte und Signalpegel werden als Sollwerte abgespeichert. Zudem wird zu jedem der Sollwerte jeweils eine untere und eine obere Toleranzgrenze berechnet und abgespeichert. In einer auf den Teach-in-Vorgang folgenden Arbeitsphase werden die Sollwerte mit den entsprechenden Istwerten verglichen. Stimmen die Istwerte innerhalb der Toleranzgrenzen mit den Sollwerten überein, so erfolgt eine Signalabgabe "Schutzfeld frei". Im anderen Fall erfolgt eine Signalabgabe "Schutzfeld nicht frei". Diese Signalabgabe erfolgt zum einen dann, wenn ein Gegenstand im Überwachungsbereich angeordnet ist. Sie erfolgt jedoch auch dann, wenn das Austrittsfenster verschmutzt ist und daher die Signalpegel am Empfangselement so reduziert sind, daß sie unterhalb der betreffenden unteren Toleranzgrenze liegen.

Dies bedeutet, daß die Signalabgabe "Schutzfeld frei" keinem eindeutigen Systemzustand zugeordnet werden kann. Dies ist insbesondere bei sicherheitstechnischen Applikationen von Nachteil, da in diesen Fällen mit einer hohen Zuverlässigkeit eine Meldung erfolgen muß, ob ein Gegenstand oder eventuell eine Person in dem vom Schutzfeld gebildeten Überwachungsbereich angeordnet ist oder nicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß ein Gegenstand im Überwachungsbereich mit großer Zuverlässigkeit erfaßbar ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Erfindungsgemäß werden die Signalamplituden am Ausgang des Empfängers mit einem Mindestpegel verglichen. Liegt der Signalpegel oberhalb des Mindestpegels, so stammt das entsprechende Signal von einem Gegenstand im Überwachungsbereich oder von der Referenzfläche. Liegt der Signalpegel jedoch unterhalb des Mindestpegels, so liegt eine Verschmutzung des Austrittsfensters vor. Die Bestimmung des Mindestpegels erfolgt zweckmäßigerweise durch die Ermittlung der Signalpegel bei Vermessen der Referenzfläche und von Gegenständen, deren Reflexionsvermögen den gesamten zu detektierenden Bereich umfaßt. Diese Messungen erfolgen bei unverschmutztem Austrittsfenster. Entsprechend des zu detektierenden Verschmutzungsgrades des Austrittsfensters wird der Mindestpegel so gelegt, daß er um einen vorgegebenen Abstand unterhalb des geringsten detektierten Signalpegels liegt.

Durch diese Auswertung der Signalpegel können nicht nur Gegenstände im Überwachungsbereich von der Referenzfläche unterschieden werden. Zudem ist eine sichere Differenzierung zwischen einem von einem Gegenstand oder der Referenzfläche stammenden Signal einerseits und einer Verschmutzung des Austrittsfensters andererseits möglich.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen optoelektronischen Vorrichtung

Fig. 2 Eine schematische Darstellung des von der Vor-

richtung gemäß Fig. 1 erfaßten Überwachungsbereichs.

Fig. 1 zeigt eine optoelektronische Vorrichtung 1 zum Erfassung von Gegenständen oder Personen in einem Überwachungsbereich. Die Vorrichtung 1 weist ein in einem Gehäuse 2 integriertes Sendeelement 3 auf. Die vom Sendeelement 3 emittierten Sendelichtstrahlen 4 werden über eine Ablenkeinheit 5 periodisch abgelenkt und überstreichen dabei einen den Überwachungsbereich bildenden, vorgegebenen Winkelbereich Ω . Die im Überwachungsbereich geführten Sendelichtstrahlen 4 durchdringen dabei ein Austrittsfenster 6 in der Gehäusewand, wobei die Ausdehnung des Austrittsfensters 6 in Drehrichtung der Ablenkeinheit 5 die Größe des Winkelbereichs Ω definiert.

Der Winkelbereich Ω liegt vorzugsweise im Bereich $90^\circ < \Omega < 270^\circ$, wobei im vorliegenden Ausführungsbeispiel $\Omega = 180^\circ$ beträgt.

Das Gehäuse 2 weist eine im wesentlichen zylindrische Form auf und ist aus lichtundurchlässigem Kunststoff oder Metall gebildet. Das Austrittsfenster 6 besteht aus lichtdurchlässigem Kunststoff oder Glas und erstreckt sich entlang der Mantelfläche der Gehäuseoberfläche. Die Höhe des Austrittsfensters 6 ist über den gesamten Winkelbereich Ω konstant.

Die Strahlachse der über die Ablenkeinheit 5 abgelenkten Sendelichtstrahlen 4 liegt in einer horizontalen Ebene senkrecht zur Drehachse D der Ablenkeinheit 5. Demzufolge wird mit den Sendelichtstrahlen 4 ein halbkreisförmiger, ebener Überwachungsbereich überstrichen.

Mittels der Vorrichtung 1 wird die Position der Gegenstände im Überwachungsbereich erfaßt. Hierzu ist an der Ablenkeinheit 5 ein nicht dargestellter Winkelgeber vorgesehen, welcher die momentane Winkelposition der Ablenkeinheit 5 und damit der Sendelichtstrahlen 4 fortlaufend erfaßt. Die Signale des Winkelgebers werden in eine ebenfalls nicht dargestellte zentrale Auswerteeinheit eingelesen. Die Auswerteeinheit kann von einem Microcontroller gebildet sein.

Zudem weist die Vorrichtung 1 einen Distanzsensor zur Bestimmung der Distanz eines Gegenstands zur Vorrichtung 1 auf. Der Distanzsensor besteht aus dem Sendeelement 3 und einem diesem zugeordneten Empfangselement 7.

Die Distanzmessung erfolgt zweckmäßigerweise nach dem Prinzip der Laufzeitmethode. Das Sendeelement 3 weist vorzugsweise einen von einer Laserdiode gebildeten Sender 8 mit nachgeordneter Sendeoptik 9 auf. Das Empfangselement 7 besteht beispielsweise aus einem von einer pin Photodiode gebildeten Empfänger 10 und einer diesem vorgeordneten Empfangsoptik 11.

Die Meßmethode der Laufzeitmessung kann zum einen als Phasenmessung ausgeprägt sein. In diesem Fall wird die Laserdiode im CW-Betrieb betrieben, wobei den Sendelichtstrahlen 4 eine Amplitudenmodulation aufgeprägt ist. Empfangsseitig wird die Distanzinformation durch einen Vergleich der Phasenlagen der emittierten Sendelichtstrahlen 4 und der auf den Empfänger 10 auftreffenden Empfangslichtstrahlen 12 ermittelt.

Alternativ kann die Distanzmessung nach der Impulslaufzeitmethode erfolgen. In diesem Fall werden vom Sender 8 kurze Sendelichtimpulse emittiert. Die Distanzinformation wird in diesem Fall durch direkte Messung der Laufzeit eines Sendelichtimpulses zu einem Gegenstand und zurück zur Vorrichtung 1 gewonnen.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind das Sendeelement 3 und das Empfangselement 7 ortsfest im Gehäuse 2 oberhalb der rotierenden Ablenkeinheit 5 angeordnet. Dabei sind das Sendeelement 3 und Empfangselement 7 koaxial angeordnet, wobei das Empfangselement 7 oberhalb des Sendeelements 3 angeordnet ist. Der Querschnitt der Empfangsoptik 11 ist

dabei erheblich größer als der Querschnitt der Sendeoptik 9. Die Sende- 4 und Empfangslichtstrahlen 12 verlaufen koaxial.

Die vom Sender 8 emittierten Sendelichtstrahlen 4 treffen auf das Zentrum der Ablenkeinheit 5 und durchdringen das Austrittsfenster 6 in dessen Zentrum.

Diese von einem Gegenstand reflektierten Empfangslichtstrahlen 12 durchdringen das Austrittsfenster 6 in den Randbereichen und treffen demzufolge auch auf die Randbereiche der Ablenkeinheit 5. Von dort treffen sie auf die Randbereiche der großflächigen Empfangsoptik 11, welche die Empfangslichtstrahlen 12 auf den Empfänger 10 fokussiert. Somit führt die Abschattung der Empfangslichtstrahlen 12 durch das Sendeelement 3 nur zu einer geringen Verminderung der auf den Empfänger 10 auftreffenden Empfangslichtmenge.

Die Ablenkeinheit 5 weist einen Drehspiegel 15 auf, auf welchen die Sendelichtstrahlen 4 und Empfangslichtstrahlen 12 auftreffen. Die Spiegelebene des Drehspiegels 15 ist um 45° bezüglich dessen Drehachse D geneigt.

Der Drehspiegel 15 sitzt auf einem rotierenden Sockel 19 auf, welcher mittels eines nicht dargestellten Motors angetrieben wird.

Der von den Sendelichtstrahlen 4 überstrichene Überwachungsbereich ist über den gesamten Winkelbereich Ω von einer Referenzfläche 16 begrenzt.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1 sind die Sendelichtstrahlen 4 in einer Ebene geführt. In diesem Fall ist die Vorrichtung 1 zweckmäßigerweise an der Frontseite einer Maschine 17 oder dergleichen in vorgegebenem Abstand oberhalb des Bodens eines Raumes angeordnet. Die Referenzfläche 16 ist dann von den Wänden des Raumes oder eventuell davor angeordneten stationären Gegenständen, wie zum Beispiel weiteren Maschinen, gebildet. Dieser Anwendungsfall ist in Fig. 2 dargestellt.

Alternativ kann die Vorrichtung 1 beispielsweise an der Frontseite eines Fahrzeuges oder einer stationären Maschine 17, in vorgegebenem Abstand oberhalb des Bodens angeordnet sein. Dabei ist in diesem Fall der Drehspiegel 15 der Vorrichtung 1 zum einen Winkel kleiner als 45° zur Drehachse D geneigt, so daß die Sendelichtstrahlen 4 bei Überstreichen des Überwachungsbereichs auf einer Kegelfläche geführt sind. In diesem Fall treffen die Sendelichtstrahlen 4 in vorgegebenem Abstand zur Vorrichtung 1 auf den die Referenzfläche 16 bildenden Boden.

Zur Erhöhung der Detektionssicherheit von Gegenständen im Überwachungsbereich werden in der Auswerteeinheit nicht nur die Distanzinformation sondern auch die Signalpegel der am Ausgang des Empfangselements 7 anstehenden Empfangssignale ausgewertet.

Während einer Abgleichsphase wird bei freiem Strahlengang die Referenzfläche 16 von der Vorrichtung 1 vorzugsweise mehrfach abgetastet. Die auf diese Weise ermittelten Meßwerte liefern die Distanzwerte der Referenzfläche 16 zur Vorrichtung 1 sowie die entsprechenden Signalpegel. Zur Ermittlung dieser Meßwerte wird jeweils der Mittelwert der entsprechenden Einzelmessungen gebildet. Aus den Streuungen der Meßwerte wird zu den Distanzmeßwerten und Signalpegelwerten in Abhängigkeit der Winkelposition jeweils eine obere und untere Toleranzgrenze berechnet. Die so ermittelten Meßwerte inklusive der hierzu berechneten Toleranzgrenzen werden in der Auswerteeinheit als Sollwerte abgespeichert.

In der auf die Abgleichsphase folgenden Arbeitsphase wird zur Erfassung von Gegenständen der Überwachungsbereich periodisch abgetastet. Die dabei ermittelten, die Istwerte bildenden Distanzwerte und Signalpegel werden zy-

klisch mit den Sollwerten verglichen.

Stimmen im gesamten Winkelbereich Ω die Istwerte innerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen mit den Sollwerten überein, so stammen sämtliche Istwerte von der Referenzfläche 16 und es ist kein Gegenstand im Überwachungsbereich angeordnet.

Ist ein Gegenstand im Überwachungsbereich angeordnet, so liegen in dem betreffenden Winkelsegment, innerhalb dessen der Gegenstand detektiert wird, die Istwerte außerhalb der Toleranzgrenzen der Sollwerte. In diesem Fall erfolgt ein Gegenstandsfeststellungssignal, welches die Detektion des Gegenstandes anzeigt. Die Signalabgabe kann so gestaltet sein, daß die Position des Gegenstandes im Überwachungsbereich angezeigt wird.

Entsprechend der Oberflächenbeschaffenheit, insbesondere des Reflexionsvermögens wird von einem Gegenstand ein großer oder ein kleiner Teil der Sendelichtmenge zurück zur Vorrichtung 1 reflektiert. Zudem ist die Sendelichtmenge abhängig vom Abstand des Gegenstandes zur Vorrichtung 1.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 werden in der Auswerteeinheit die Signalpegel mit einem vorgegebenen Mindestpegel verglichen. Dieser Mindestpegel kann von einem einen Schwellwert generierenden Komparator erzeugt werden oder direkt über die Auswerteeinheit vorgegeben werden.

Die Höhe des Mindestpegels ist so gewählt, daß sämtliche von beliebigen Gegenständen im Überwachungsbereich stammenden Signalpegel oberhalb des Mindestpegels liegen. Hierzu wird beispielsweise ein Gegenstand in geringem Abstand zur Referenzfläche 16 vermessen, wobei die Oberfläche des Gegenstandes von schwarzem Cordsamt gebildet ist. Von einem derartigen Gegenstand wird im Vergleich zu andersartigen Gegenständen nur ein sehr geringer Teil des Sendelichts reflektiert.

Der von diesem Gegenstand registrierte Signalpegel wird nochmals um einen gewissen Betrag, beispielsweise in der Größenordnung von 20%, reduziert und als Mindestpegel in der Auswerteeinheit abgespeichert.

Bei dem so definierten Mindestpegel kann mit großer Sicherheit davon ausgegangen werden, daß sämtliche von Gegenständen im Überwachungsbereich stammenden Signalpegel größer als der Mindestpegel sind. Zudem liegt dieser Mindestpegel signifikant unterhalb der unteren Toleranzgrenzen für die Signalpegel.

Dieser Mindestpegel wird zur Erkennung von Verschmutzungen des Austrittsfensters 6 verwendet. Liegt keine Verschmutzung des Austrittsfensters 6 vor, so liegt bei jeder Winkelposition der Signalpegel oberhalb des Mindestwerts, da die Sendelichtstrahlen 4 entweder auf einen Gegenstand oder die Referenzfläche 16 treffen.

Liegt jedoch in einem Winkelsegment der Signalpegel unterhalb des Mindestpegels, so tritt an dieser Stelle kein Sendelicht aus dem Austrittsfenster 6. In diesem Fall wird von der Auswerteeinheit eine die Verschmutzung des Austrittsfensters 6 signalisierende Signalabgabe ausgelöst. Die Signalabgabe kann die Winkelposition, bei welcher die Verschmutzung registriert wurde, enthalten. Des weiteren kann die Signalabgabe entweder als Warnmeldung oder als die Vorrichtung 1 außer Betrieb setzende Störmeldung ausgebildet sein. Die Signalabgabe kann einerseits unmittelbar erfolgen, wenn die Verschmutzung registriert worden ist. Alternativ kann die Signalabgabe erst dann erfolgen, wenn die Verschmutzung über einen bestimmten Zeitraum, vorzugsweise über eine vorgegebene Anzahl von Abtastperioden, in einem Winkelsegment registriert worden ist.

Dabei kann in der Auswerteeinheit für das Winkelsegment ein Mindestwert vorgegeben sein. Erstreckt sich die

detektierte Verschmutzung nicht über ein Winkelsegment, welches größer als dieser Mindestwert ist, so erfolgt keine Signalabgabe.

Die Signalabgabe kann desweiteren an die Bedingung geknüpft sein, daß die Verschmutzung von einem Maximalwert im Zentrum der Verschmutzung nach außen kontinuierlich abnimmt. Dies kann auf einfache Weise durch eine kontinuierliche Bewertung der Signalamplitude erfolgen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform können zur Bewertung, ob eine Verschmutzung des Austrittsfensters 6 vorliegt, auch die Distanzwerte herangezogen werden. In diesem Fall erfolgt eine die Verschmutzung signalisierende Signalabgabe, wenn bei einer Winkelposition der entsprechende Signalpegel unterhalb des Mindestpegels und/oder der Distanzwert unterhalb eines Mindestwerts liegt. Der Mindestwert kann beispielsweise der Abstand des Austrittsfensters 6 zum Empfangselement 7 sein.

Eine Oder-Verknüpfung der beiden Bedingungen ist insbesondere dann sinnvoll, wenn aufgrund der Verschmutzungen auf dem Austrittsfenster 6 eine so große Sendelichtmenge vom Austrittsfenster 6 auf das Empfangselement 7 zurückgestreut wird, daß der entsprechende Signalpegel oberhalb des Mindestpegels liegt. Zweckmäßigerweise wird dieser Fall durch eine geeignete Strahlführung der Sende- und Empfangslichtstrahlen 12 im Innern des Gehäuses ausgeschlossen.

Patentansprüche

1. Optoelektronische Vorrichtung zum Erfassen von Gegenständen in einem Überwachungsbereich, welcher von einer Referenzfläche begrenzt ist, mit einem Sendelichtstrahlen emittierenden Sendeelement und einem Empfangslichtstrahlen empfangenden Empfangselement, welche einen Distanzsensor bilden, an eine gemeinsame Auswerteeinheit angeschlossen sind und in einem gemeinsamen Gehäuse integriert sind, wobei die Sende- und Empfangslichtstrahlen periodisch den Überwachungsbereich überstreichen und dabei ein Austrittsfenster in der Gehäusewand durchdringen und die dabei ermittelten Distanzwerte und Signalpegel am Ausgang des Empfängers zur Detektion der Referenzfläche und der Gegenstände in der Auswerteeinheit bewertet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Unterschreiten eines Mindestpegels der Signalpegel eine die Verschmutzung des Austrittsfensters (6) signalisierende Signalabgabe erfolgt, wobei die von Gegenständen oder der Referenzfläche (16) stammenden Signalpegel oberhalb des Mindestpegels liegen.

2. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Verschmutzung des Austrittsfensters (6) signalisierende Signalabgabe erfolgt, wenn ein Distanzwert einen vorgegebenen Mindestwert unterschreitet.

3. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die von Gegenständen im Überwachungsbereich stammenden Distanzwerte oberhalb des Mindestwertes liegen.

4. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Referenzfläche (16) stammenden Signalpegel und Distanzwerte jeweils innerhalb einer oberen und unteren Toleranzgrenze mit in der Auswerteeinheit abgespeicherten Sollwerten übereinstimmen.

5. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwerte und die Toleranzgrenzen durch Abtasten der Referenzfläche (16) ermittelt werden, wobei die Toleranzgrenzen aus den

Meßwertstreuungen der Sollwert-Meßwerte berechnet werden.

6. Optoelektronische Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die unteren Toleranzgrenzen für die Distanzwerte oberhalb des Mindestwerts und die unteren Toleranzgrenzen für die Signalpegel oberhalb des Mindestpegels liegen.

7. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzfläche (16) von den Wänden eines geschlossenen Raumes und davor angeordneten stationär angeordneten Objekten gebildet ist.

8. Optoelektronische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß diese an einem Fahrzeug, einer Maschine (17) oder dergleichen in vorgegebenem Abstand oberhalb des Bodens, auf welchem das Fahrzeug oder die Maschine (17) gelagert sind, und daß die von der Vorrichtung (1) emittierten Sendelichtstrahlen (4) in vorgegebenem Abstand auf den die Referenzfläche (16) bildenden Boden treffen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

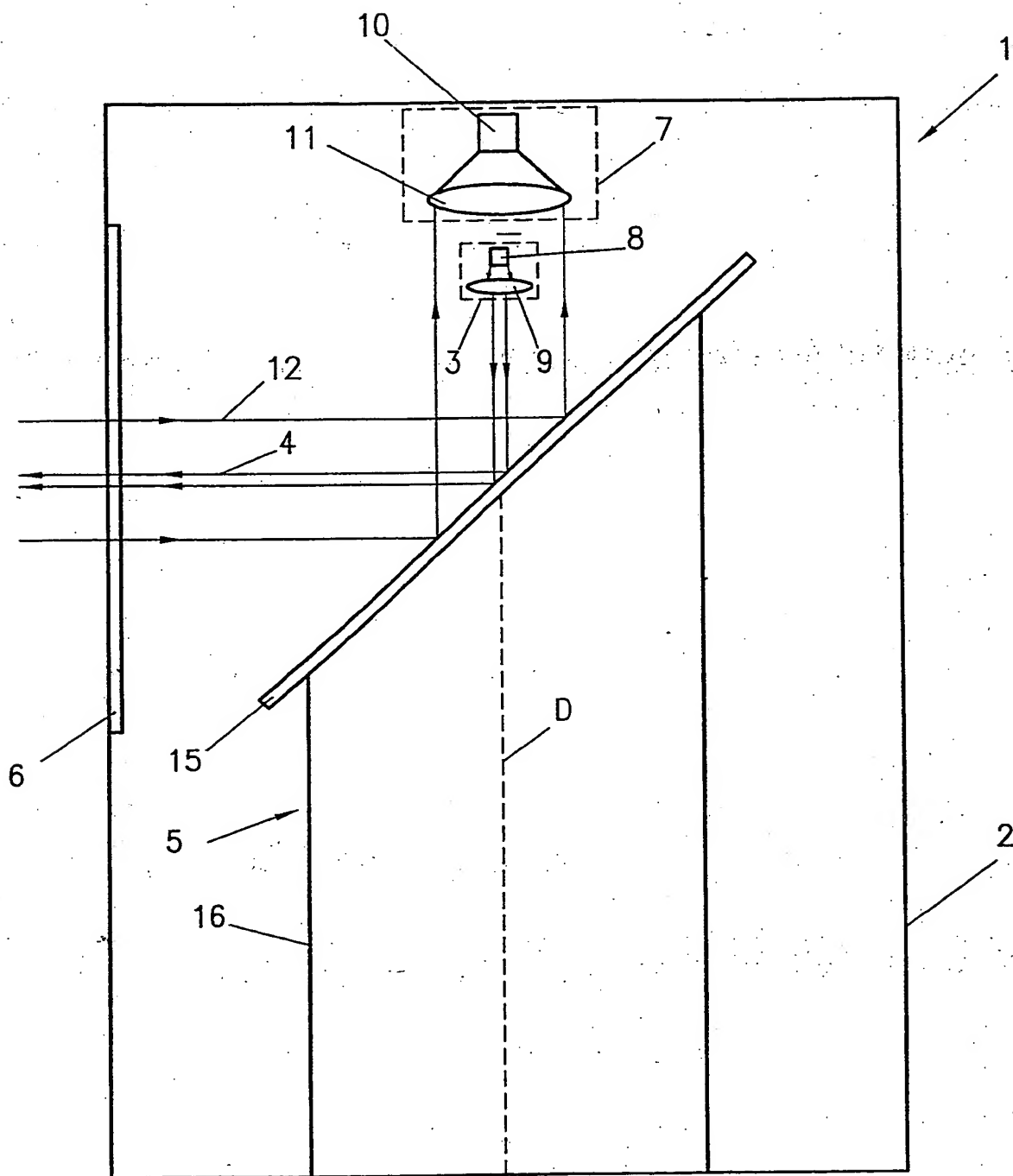


Fig.2

